

Multi-shaft extruder for thermoplastics or elastomers comprises process chamber formed by parallel recesses with outlet end of cylindrical part chambers in which conveying screws are located

Publication number: DE10211673

Publication date: 2003-09-25

Inventor: INNEREBNER FEDERICO (CH); CHRISTEL ANDREAS (CH); NAEF CHRISTOPH (CH); STURM ACHIM PHILIPP (CH); FRITSCH BERNHARD (CH)

Applicant: BUEHLER AG (CH)

Classification:

- International: *B29B7/48; B29B7/74; B29C47/42; B29C47/66; B29C47/00; B29B7/00; B29B7/34; B29C47/38; B29C47/58; B29C47/00; (IPC1-7): B29C47/40; B29C47/66; B29K21/00*

- european: B29B7/48F; B29B7/74P5; B29C47/42; B29C47/66C

Application number: DE20021011673 20020315

Priority number(s): DE20021011673 20020315

Also published as:



WO03078135 (A1)

AU2003205494 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE10211673

A housing (1) encloses parallel shafts with processing members intermeshing with each other. Inner walls of the processing chamber are formed by recesses (2a-2e) on both sides of the shafts and divide the chamber into two part processing chambers. The outlet end of the process chamber(2) is formed by one or more cylindrical part process chambers (3,4) in each of which a conveying shaft with axially aligned conveying members rotates.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



㉑ Anmelder:
Bühler AG, Uzwil, CH

㉒ Vertreter:
Frommhold, J., Dr., Pat.-Ass., 38114 Braunschweig

㉓ Erfinder:
Innerebner, Federico, Zürich, CH; Christel, Andreas,
Zuzwil, CH; Näf, Christoph, Winterthur, CH; Sturm,
Achim Philipp, Niederuzwil, CH; Fritsche, Bernhard,
Winterthur, CH

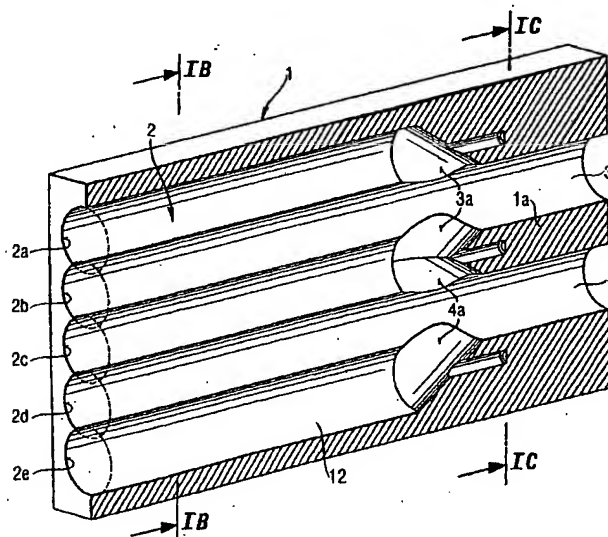
㉔ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE	196 07 663 C2
DE	42 31 232 C1
DE	8 83 201 B
DE	39 08 415 A1
AT	3 00 316 B
EP	04 38 645 A1
WO	02/30 652 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉕ Mehrwellen-Extruder mit Austragsschnecke

㉖ Die Erfindung bezieht sich auf einen Mehrwellen-Extruder zum Bearbeiten/Verarbeiten eines Elastomers, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers, wie z. B. Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk oder Kautschukgemische, wobei der Mehrwellen-Extruder eine Vielzahl in einem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungsrollen mit zumindest in axialen Teilbereichen fördernden Bearbeitungselementen aufweist. Diese Bearbeitungselemente benachbarter Bearbeitungsrollen sind ineinandergreifend angeordnet, und die Prozessraum-Innenwände beiderseits der Bearbeitungsrollen weisen zu den Bearbeitungsrollen sowie zueinander parallele zylinderartige Einbuchtungen auf, in denen die Bearbeitungsrollen beiderseits gelagert sind. Der Prozessraum des Mehrwellen-Extruders besteht zumindest in seinem austrittsseitigen Endbereich aus mindestens einem zylinderförmigen Teilprozessraum, in welchem jeweils eine Förderwelle drehbar gelagert ist, die zumindest über einen axialen Teilbereich Förderelemente aufweist.



[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Mehrwellen-Extruder zum Bearbeiten/Verarbeiten eines Elastomers, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers, wie z. B. Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk oder Kautschukgemische, wobei der Mehrwellen-Extruder eine Vielzahl in einem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen mit zumindest in axialen Teilbereichen fördernden Bearbeitungselementen aufweist. Diese Bearbeitungselemente benachbarter Bearbeitungswellen sind ineinandergreifend angeordnet, und die Prozessraum-Innenwände beiderseits der Bearbeitungswellen weisen zu den Bearbeitungswellen sowie zueinander parallele zylinderartige Einbuchtungen auf, in denen die Bearbeitungswellen beiderseits gelagert sind. Auf diese Weise wird ein erster Teilprozessraum und ein zweiter Teilprozessraum auf der einen Seite bzw. der anderen Seite der durch die zueinander parallelen Bearbeitungswellen gebildeten Barriere in dem Gehäuse bestimmt.

[0002] Derartige Mehrwellen-Extruder, insbesondere auch Ringextruder, eignen sich besonders gut für Compoundier-Aufgaben basierend auf distributivem sowie dispersivem Mischen, da im Prozessraum sowohl eine starke Durchmischung als auch eine starke Scherung des bearbeiteten Materials erfolgt. Dieser Vorteil des Mehrwellen-Extruders wird durch den Nachteil erkauft, dass er eine relativ schwache Pump- bzw. Förderwirkung besitzt. Beim Bearbeiten/Verarbeiten eines Elastomers, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers, wie z. B. Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk oder Kautschukgemische, findet daher eine zunehmende Verdichtung des Produktes zu dem austrittsseitigen Endbereich hin statt. Dies ist mit einem Anstieg des mechanischen Widerstands verbunden. In diesen verdichteten Bereichen wird daher das Produkt bei seiner Bearbeitung/Verarbeitung besonders stark mechanisch und thermisch beansprucht, was zu einer mechanischen und/oder thermischen Schädigung der Elastomermoleküle des Produktes führen kann.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei dem eingangs genannten Mehrwellen-Extruder diese Verdichtung und potentielle Schädigung des Elastomers zu verhindern.

[0004] Diese Aufgabe wird bei dem eingangs genannten Mehrwellen-Extruder dadurch gelöst, dass der Prozessraum des Mehrwellen-Extruders zumindest in seinem austrittsseitigen Endbereich aus mindestens einem zylinderförmigen Teilprozessraum besteht, in welchem jeweils eine Förderwelle drehbar gelagert ist, die zumindest über einen axialen Teilbereich Fördererlemente aufweist. Auf diese Weise wird dem austrittsseitigen Endbereich eine Pumpwirkung verliehen, die der genannten Verdichtung und den damit verbundenen Beeinträchtigungen des Produktes entgegenwirkt.

[0005] Zweckmässigerweise ist der mindestens eine zylinderförmige Teilprozessraum mit der jeweils darin gelagerten Förderwelle kollinear entlang der axialen Verlängerung mindestens einer Bearbeitungswelle der Vielzahl in dem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen angeordnet. Diese kollineare Anordnung lässt sich konstruktiv relativ einfach verwirklichen.

[0006] Besonders vorteilhaft ist es, wenn jeweils ein zylinderförmiger Teilprozessraum mit der jeweils darin gelagerten Förderwelle kollinear entlang der axialen Verlängerung jeder zweiten Bearbeitungswelle der Vielzahl in dem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen angeordnet ist. Dies ist fertigungstechnisch besonders einfach. Das Gehäuse des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders kann dann durch überlappende parallele

Bohrungen bis zu einer bestimmten Tiefe gebildet werden, die den Prozessraum bilden, in dem die Bearbeitungswellen mit den ineinandergreifenden Bearbeitungselementen drehbar gelagert sind. Die Länge dieses Prozessraums entlang der axialen Produkt-Förderrichtung entspricht dann der Tiefe der überlappenden Bohrungen. Um den zylinderförmigen Teilprozessraum für die in ihm gelagerte, die Pumpwirkung ermöglichende Förderwelle zu bilden, wird jede zweite der überlappenden parallelen Bohrungen einfach mit einer grösseren Tiefe als die anderen der überlappenden parallelen Bohrungen ausgeführt. Die Differenz der Bohrtiefen entspricht der Länge der zylinderförmigen Teil-Prozessräume mit Pumpwirkung. Das durch die Bearbeitungswellen durch den Prozessraum beförderte Produkt gelangt somit entlang der durch die Förderwellen verlängerten Bearbeitungswellen entweder direkt in die pumpend wirkenden zylinderförmigen Teil-Prozessräume oder wird am Ende der nicht verlängerten Bearbeitungswellen schräg in die jeweils benachbarten zylinderförmigen Teil-Prozessräume eingeleitet. Um im Betrieb diese schräge Einleitung des Produktes zu erleichtern und somit den Widerstand gering zu halten und Totbereiche zu vermeiden, ist der Übergangsbereich zwischen dem Ende der Bohrungen kleiner Tiefe zu dem Wandbereich der die zylindrischen Teil-Prozessräume bildenden Bohrungen grösserer Tiefe vorzugsweise als entgegengesetzte der Produkt-Förderrichtung weisende konvexe Fläche, insbesondere als Kegel oder Kegelstumpf, ausgebildet, so dass die Ablenkung des Produktes durch die konvexe Fläche, insbesondere die Mantelfläche des Kegels bzw. Kegelstumpfes, erfolgt.

[0007] Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist in der axialen Verlängerung jeder der Vielzahl der Bearbeitungswellen ein zylinderförmiger Teilprozessraum angeordnet, wobei der Radius jedes zylinderförmigen Teilprozessraumes und der in ihm jeweils drehbar gelagerten Förderwelle um einen derartigen Betrag kleiner als der Radius der zylinderartigen Einbuchtungen der Prozessraum-Innenwände ist, dass die zylinderförmigen Teil-Prozessräume durch Gehäusematerial voneinander getrennt sind. Auch dies ist fertigungstechnisch einfach. Das Gehäuse des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders kann dann ebenfalls durch überlappende parallele Bohrungen bis zu einer bestimmten Tiefe mit einem bestimmten Bohrradius gebildet werden, um den Prozessraum zu bilden, in welchem die Bearbeitungswellen mit den ineinandergreifenden Bearbeitungselementen drehbar gelagert sind. Die Länge dieses Prozessraums entlang der axialen Produkt-Förderrichtung entspricht dann der Tiefe der überlappenden Bohrungen mit dem bestimmten Bohrradius. Um sämtliche zylinderförmigen Teil-Prozessräume für die in ihnen jeweils gelagerte, die Pumpwirkung ermöglichende Förderwelle zu bilden, wird jede der vorhandenen überlappenden parallelen Bohrungen, welche die bestimmte Tiefe und den bestimmten Bohrradius aufweisen, mit einem kleineren Bohrradius auf eine grössere Tiefe verlängert. Die Differenz der Bohrtiefen entspricht auch hier der Länge der zylinderförmigen Teil-Prozessräume mit Pumpwirkung. Das durch die Bearbeitungswellen durch den Prozessraum beförderte Produkt gelangt somit entlang der durch die Förderwellen verlängerten Bearbeitungswellen stets direkt in die pumpend wirkenden zylinderförmigen Teil-Prozessräume. Um im Betrieb an den Übergängen von den ersten bestimmten Bohrradien des Prozessraumes zu den kleineren Bohrradien der zylindrischen Teil-Prozessräume den Widerstand zu verringern und Totbereiche zu vermeiden, ist auch hier der Übergang zwischen den Bohrungsbereichen grosser Radien zu den Wandbereichen der die zylindrischen Teil-Prozessräume bildenden Bohrungsbereiche kleiner Radien vorzugsweise abgeschrägt,

wobei auch hier insbesondere eine Kegelstumpffläche in Frage kommt.

[0008] Anstelle der genannten kollinearen Ausführungen kann der Prozessraum des Mehrwellen-Extruders in seinem austrittsseitigen Endbereich auch aus einem zylinderförmigen Teilprozessraum mit einer darin gelagerten Förderwelle bestehen, wobei der Teilprozessraum und die darin gelagerte Förderwelle der Vielzahl in dem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen anders als kollinear zugeordnet sind.

[0009] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung sind die Vielzahl der Bearbeitungswellen kranzartig, insbesondere kreisförmig, angeordnet, wobei der erste Teilprozessraum ein radial innerhalb des Wellenkranks angeordneter innerer Prozessraum ist und der zweite Teilprozessraum ein radial ausserhalb des Wellenkranks angeordneter äusserer Prozessraum ist und wobei der erste Gehäuseteil ein radial innerhalb des Prozessraums angeordneter Kern und der zweite Gehäuseteil ein radial ausserhalb des Prozessraums angeordneter Mantel ist, der den Prozessraum umschliesst. Bei dieser Anordnung der Bearbeitungswellen gibt es ebenso viel Zwickelbereiche wie Wellen, was eine intensive und möglichst gleichförmige Bearbeitung des Produktes auch bei relativ kurzen Prozessraum-Längen bzw. kleinen L/D-Verhältnissen des Extruders ermöglicht.

[0010] Der Prozessraum eines derartigen Ringextruders besteht in seinem austrittsseitigen Endbereich vorzugsweise aus einem zylinderförmigen Teilprozessraum mit einer darin gelagerten Förderwelle, wobei die Achse des Teilprozessraums und der darin gelagerten Förderwelle parallel zu der Vielzahl der in dem Gehäuse angeordneten, zueinander parallelen Bearbeitungswellen verläuft. Auf diese Weise wird ein gemeinsamer Pumpbereich am Ende des Prozessraumes gebildet. Vorzugsweise ist die Achse des Teilprozessraums und der darin gelagerten Förderwelle bezüglich des aus den Bearbeitungswellen bestehenden Wellenkranks mittig angeordnet. Diese Geometrie ermöglicht die Lagerung und den Antrieb der gemeinsamen Förderwelle des zylinderförmigen Teilprozessraumes im bzw. durch den Kern des Ringextruders. Auch hier ist eine, insbesondere kegelstumpfförmige, Abschrägung von der äusseren Prozessraum-Innenfläche mit ihren zylindrischen Einbuchtungen (äussere "Blume") zu der zylindrischen Innenfläche des Teilprozessraumes vorhanden, um den Widerstand gering zu halten und Totbereiche zu vermeiden.

[0011] Bei allen weiter oben genannten Ausgestaltungen kann am förderabseitigen Ende des mindestens einen zylinderförmigen Teilprozessraums mit der darin gelagerten jeweiligen Förderwelle eine Ausformungsdüse angeordnet sein.

[0012] Zweckmässigerweise wird die jeweilige Förderwelle des zylindrischen Teilprozessraums durch denselben Antrieb wie die Vielzahl der Bearbeitungswellen angetrieben. Bei den kollinearen Anordnungen ist insbesondere die jeweilige Förderwelle des zylindrischen Teilprozessraums mit der zu ihr kollinearen jeweiligen Bearbeitungsquelle drehfest verbunden und wird durch denselben Antrieb wie die Vielzahl der Bearbeitungswellen angetrieben.

[0013] Weitere Merkmale, Vorteile, Aufgaben und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nun folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung, wobei:

[0014] Fig. 1A einen mittigen Längsschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders schematisch zeigt;

[0015] Fig. 1B einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 1A entlang der Schnittebene I-I zeigt;

[0016] Fig. 1C einen Querschnitt des Gehäuses von Fig.

1A entlang der Schnittebene II-II zeigt;

[0017] Fig. 2A einen mittigen Längsschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders schematisch zeigt;

5 [0018] Fig. 2B einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 2A entlang der Schnittebene III-III zeigt;

[0019] Fig. 2C einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 2A entlang der Schnittebene IV-IV zeigt;

10 [0020] Fig. 3A einen mittigen Längsschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders schematisch zeigt;

[0021] Fig. 3B einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 3A entlang der Schnittebene V-V zeigt; und

15 [0022] Fig. 3C einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 3A entlang der Schnittebene VI-VI zeigt.

[0023] Fig. 1a zeigt schematisch einen mittigen Längsschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders. Das Gehäuse 1 umgibt einen Prozessraum 2 sowie zwei zylinderförmige Teilprozessräume 3, 4. Der Prozessraum 2 des Mehrwellen-Extruders besteht aus mehreren zueinander parallelen Bohrungen, die einander teilweise überlappen (siehe Fig. 2B). In ihm sind (nicht gezeigte) Bearbeitungswellen drehbar gelagert. Die Bearbeitungswellen und die an ihnen befestigten Bearbeitungselemente (Schneckenelemente, Knetelemente etc.) sowie die teilweise überlappenden Bohrungen des Prozessraums 2 sind so ausgelegt, dass die Bearbeitungswellen mit ihren Bearbeitungselementen ineinander greifend angeordnet sind. Der Prozessraum 2 weist ausserdem zwei zylinderförmige Teilprozessräume 3, 4 auf, die durch die Verlängerung der zweiten bzw. dritten Bohrung der insgesamt fünf überlappenden Bohrungen des Prozessraums 2 gebildet sind. Im Eintrittsbereich vom Prozessraum 2 in den zylinderförmigen Teilprozessraum 3 bzw. den zylinderförmigen Teilprozessraum 4 ist eine kegelstumpfförmige Abschrägung 3a bzw. 4a ausgebildet. Durch diese Abschrägungen 3a bzw. 4a wird der Übergang vom Prozessraum 2, in dem vorwiegend eine intensive mechanische Bearbeitung des Produktes erfolgt, in die Teilprozessräume 3 bzw. 4 erleichtert, wodurch der Transportwiderstand des Extruders verringert und Totbereiche im Prozessraum vermieden werden. Die zweite und dritte der fünf Bearbeitungswellen (nicht gezeigt) des Prozessraums 2 erstrecken sich von dem Prozessraum 2 in den zylinderförmigen Teilprozessraum 3 bzw. den zylinderförmigen Teilprozessraum 4. In ihrem in die zylinderförmigen Teilprozessräume 3 und 4 ragenden Bereich weisen die Bearbeitungswellen fördernde Bereiche (nicht gezeigt) auf, so dass im Betrieb des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders in diesen zylinderförmigen Teilprozessräumen 3 und 4 eine ausgezeichnete Pumpwirkung erzielt wird.

20 [0024] Fig. 1B zeigt schematisch einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 1A entlang der Schnittebene I-I. Das Gehäuse 1 umgibt den Prozessraum 2, der einander gegenüberliegende Einbuchtungen an seinen Prozessraum-Innenwänden aufweist. Die untere Prozessraum-Innenwand umfasst fünf zylindrische Einbuchtungen 2a, 2b, 2c, 2d und 2e, während die obere Prozessraum-Innenwand fünf zylindrische Einbuchtungen 2a', 2b', 2c', 2d', 2e' umfasst. Durch die miteinander kämmenden (nicht gezeigten) Bearbeitungs-
25 wellen, die zwischen diesen zylindrischen Einbuchtungen der Prozessraum-Innenwände drehbar gelagert sind, wird ein erster Teilprozessraum (unten) sowie ein zweiter Teilprozessraum (oben) gebildet. Zwischen diesen beiden Teilprozessräumen bilden die (nicht gezeigten) ineinander greifenden Bearbeitungselemente eine je nach Beschaffenheit der Bearbeitungselemente mehr oder weniger durchlässige Barriere.

30 [0025] Fig. 1C zeigt schematisch einen Querschnitt des

Gehäuses von Fig. 1A entlang der Schnittebene II-II. Man erkennt die beiden zylinderförmigen Teilprozessräume 3 und 4, die von dem Gehäuse 1 vollständig umgeben sind. In der axialen Verlängerung der durch die zylindrischen Einbuchtungen 2c und 2c' gelagerten dritten Bearbeitungswelle (nicht gezeigt) befindet sich ein Gehäusebereich 1a, der die beiden Teilprozessräume 3 und 4 voneinander trennt.

[0026] Fig. 2A zeigt schematisch einen mittigen Längsschnitt eines zweiten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders. Die linke Hälfte des Extruders ist identisch zur linken Hälfte des Extruders von Fig. 1A. Auch hier umgibt ein Gehäuse 1 einen Prozessraum 2 sowie fünf weitere zylinderförmige Teilprozessräume 5, 6, 7, 8 und 9. Diese fünf zylinderförmigen Teilprozessräume 5, 6, 7, 8 und 9 sind durch vier trennende Gehäusebereiche 1a, 1b, 1c, 1d voneinander getrennt. Der Übergang von dem Prozessraum 2 in die fünf zylinderförmigen Teilprozessräume 5, 6, 7, 8 und 9 ist jeweils als kegelförmige Abschrägung 5a, 6a, 7a, 8a bzw. 9a ausgebildet.

[0027] Fig. 2B zeigt einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 2A entlang der Schnittebene III-III und ist identisch zu Fig. 1B.

[0028] Fig. 2C zeigt einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 2A entlang der Schnittebene IV-IV. Man erkennt die fünf zylinderförmigen Teilprozessräume 5, 6, 7, 8 und 9, die von dem Gehäuse 1 vollständig umgeben sind, wobei sich auch hier zwischen benachbarten zylinderförmigen Teilprozessräumen jeweils ein trennender des Gehäusebereich 1a, 1b, 1c und 1d befindet.

[0029] Fig. 3A zeigt schematisch einen mittigen Längsschnitt eines dritten Ausführungsbeispiels des Gehäuses des erfindungsgemässen Mehrwellen-Extruders. Das Gehäuse besteht aus einem Kern 10 und einem Mantel 11, zwischen denen sich ein im wesentlichen kreisringförmiger Prozessraum 2 erstreckt, der in einen kernlosen, nur von dem Mantel 11 umgebenen zylinderförmigen Teilprozessraum 3 übergeht. Ähnlich wie der Prozessraum 2 des ersten und des zweiten Ausführungsbeispiels besteht der Prozessraum 2 dieses dritten Ausführungsbeispiels aus mehreren parallelen Bohrungen, die einander teilweise überlappen und auf einer Kreislinie angeordnet sind. Im vorliegenden Fall handelt es sich um acht einander teilweise überlappende Bohrungen, die auf einer Kreislinie angeordnet sind. Auf diese Weise sind an der radial aussen liegenden Prozessraum-Innenwand an der Innenseite des Mantels 11 acht zylindrische Einbuchtungen 2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f, 2g, 2h ausgebildet, während an der radial innen liegenden Prozessraum-Innenwand an der Aussenfläche des Kerns 10 entsprechende zylindrische Einbuchtungen 2a', 2b', 2c', 2d', 2e', 2f', 2g', 2h' ausgebildet sind (siehe Fig. 3B). Im Innern des Kerns 10 erstreckt sich eine axiale Bohrung 10a, die kollinear bzw. coaxial zu dem zylinderförmigen Teilprozessraum 3 ausgebildet ist. Eine (ebenfalls nicht gezeigte) Welle erstreckt sich durch die Bohrung 10a des Kerns 10 über den Prozessraum in den zylinderförmigen Teilprozessraum 3.

[0030] Fig. 3B zeigt schematisch einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 3A entlang der Schnittebene V-V. Zwischen dem Kern 10 und dem Mantel 11 erstreckt sich der Prozessraum 2, wobei die Gesamtheit der äusseren zylindrischen Einbuchtungen 2a bis 2h und die Gesamtheit der inneren zylindrischen Einbuchtungen 2a' bis 2h' als äussere bzw. innere "Blume" erscheinen, zwischen denen die (nicht gezeigten) Bearbeitungswellen drehbar gelagert sind. Im Innern des Kerns 10 erkennt man die Bohrung 10a.

[0031] Fig. 3C zeigt schematisch einen Querschnitt des Gehäuses von Fig. 3A entlang der Schnittebene VI-VI. Man erkennt den von dem Gehäuse 1 umgebenen zylinderförmigen

gen Teilprozessraum 3.

[0032] Bei allen drei Ausführungsbeispielen erstreckt sich eine zumindest in axialen Teilbereichen mit fördernden Elementen ausgestattete Förderwelle in die zylindrischen Teilprozessräume. Im Betrieb tragen diese Förderwellen dazu bei, den eingangs genannten Druckanstieg des Produktes im Endbereich der ineinander greifenden Bearbeitungswellen geringer als beim Stand der Technik zu machen.

Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Prozessraum
- 3 zylinderförmiger Teilprozessraum
- 4 zylinderförmiger Teilprozessraum
- 3a, 4a Abschrägung
- 1a, 1b, 1c, 1d trennender Gehäusebereich
- 5, 6, 7, 8, 9 zylinderförmiger Prozessraum
- 5a, 6a, 7a, 8a, 9a Abschrägung
- 10 Kern
- 10a Bohrung im Kern
- 11 Mantel
- 2a bis 2h zylindrische Einbuchtungen der Prozessraum-Innenwand (äussere Blume)
- 2a' bis 2h' Einbuchtungen der Prozessraum-Innenwand (innere Blume)

Patentansprüche

1. Mehrwellen-Extruder zum Bearbeiten/Verarbeiten eines Elastomers, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers, wie z. B. Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk oder Kautschukgemische, wobei der Mehrwellen-Extruder eine Vielzahl in einem Gehäuse angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen mit zumindest in axialen Teilbereichen fördernden Bearbeitungselementen aufweist, wobei die Bearbeitungselemente benachbarter Bearbeitungswellen ineinandergreifend angeordnet sind und die Prozessraum-Innenwände beiderseits der Bearbeitungswellen zu den Bearbeitungswellen sowie zueinander parallele zylinderartige Einbuchtungen aufweisen, in denen die Bearbeitungswellen beiderseits gelagert sind, wodurch ein erster Teilprozessraum und ein zweiter Teilprozessraum auf der einen Seite bzw. der anderen Seite der durch die zueinander parallelen Bearbeitungswellen gebildeten Barriere in dem Gehäuse bestimmt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Prozessraum (2, 3, 4; 2, 5, 6, 7, 8, 9; 2, 3) des Mehrwellen-Extruders zumindest in seinem austrittsseitigen Endbereich aus mindestens einem zylinderförmigen Teilprozessraum (3, 4; 5, 6, 7, 8, 9; 3) besteht, in welchem jeweils eine Förderwelle drehbar gelagert ist, die zumindest über einen axialen Teilbereich Förderelemente aufweist.
2. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine zylinderförmige Teilprozessraum (3, 4; 5, 6, 7, 8, 9) mit der jeweils darin gelagerten Förderwelle kollinear entlang der axialen Verlängerung mindestens einer Bearbeitungswelle der Vielzahl in dem Gehäuse (1) angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen angeordnet ist.
3. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils ein zylinderförmiger Teilprozessraum (3, 4) mit der jeweils darin gelagerten Förderwelle kollinear entlang der axialen Verlängerung jeder zweiten Bearbeitungswelle der Vielzahl in dem Gehäuse (1) angeordneter, zueinander paralleler Bear-

beitungswellen angeordnet ist.

4. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der axialen Verlängerung jeder der Vielzahl der Bearbeitungswellen ein zylinderförmiger Teilprozessraum (5, 6, 7, 8, 9) angeordnet ist, wobei der Radius jedes zylinderförmigen Teilprozessraumes und der in ihm jeweils drehbar gelagerten Förderwelle um einen derartigen Betrag kleiner als der Radius der zylinderartigen Einbuchtungen der Prozessraum-Innenwände ist, dass die zylinderförmigen Teil-Prozessräume durch Gehäusematerial voneinander getrennt sind.

5. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessraum des Mehrwellen-Extruders in seinem austrittsseitigen Endbereich aus einem zylinderförmigen Teilprozessraum (3) mit einer darin gelagerten Förderwelle besteht, wobei der Teilprozessraum (3) und die darin gelagerte Förderwelle der Vielzahl in dem Gehäuse (1) angeordneter, zueinander paralleler Bearbeitungswellen zugeordnet sind.

6. Mehrwellen-Extruder nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Vielzahl der Bearbeitungswellen kranzartig angeordnet sind, wobei der erste Teilprozessraum ein radial innerhalb des Wellenkranzes angeordneter innerer Prozessraum ist und der zweite Teilprozessraum ein radial ausserhalb des Wellenkranzes angeordneter äusserer Prozessraum ist und wobei der erste Gehäuseteil ein radial innerhalb des Prozessraums angeordneter Kern (10) und der zweite Gehäuseteil ein radial ausserhalb des Prozessraums angeordneter Mantel (11) ist, der den Prozessraum umschliesst.

7. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Prozessraum des Mehrwellen-Extruders in seinem austrittsseitigen Endbereich aus einem zylinderförmigen Teilprozessraum (3) mit einer darin gelagerten Förderwelle besteht, wobei die Achse des Teilprozessraums und der darin gelagerten Förderwelle parallel zu der Vielzahl der in dem Gehäuse (1) angeordneten, zueinander parallelen Bearbeitungswellen verläuft.

8. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Achse des Teilprozessraums (3) und der darin gelagerten Förderwelle bezüglich des aus den Bearbeitungswellen bestehenden Wellenkranzes mittig angeordnet ist.

9. Mehrwellen-Extruder nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass am förderabseitigen Ende des mindestens einen zylinderförmigen Teilprozessraums mit der darin gelagerten jeweiligen Förderwelle eine Ausformungsdüse angeordnet ist.

10. Mehrwellen-Extruder nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Förderwelle des zylindrischen Teilprozessraums durch denselben Antrieb wie die Vielzahl der Bearbeitungswellen angetrieben wird.

11. Mehrwellen-Extruder nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Förderwelle des zylindrischen Teilprozessraums (3, 4; 5, 6, 7, 8, 9) mit der zu ihr kollinearen jeweiligen Bearbeitungswelle drehfest verbunden ist und durch denselben Antrieb wie die Vielzahl der Bearbeitungswellen angetrieben wird.

65

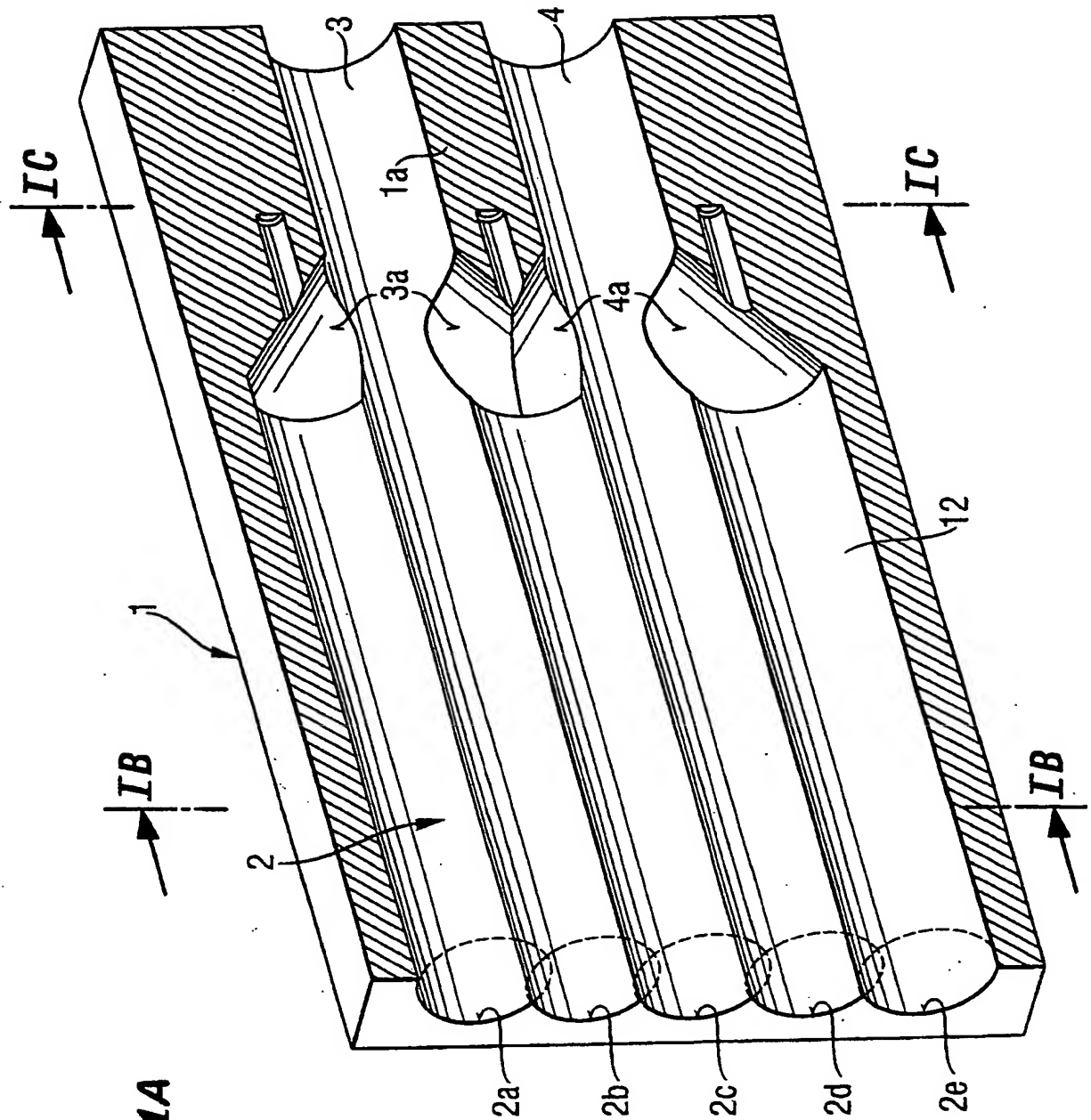


Fig. 1A

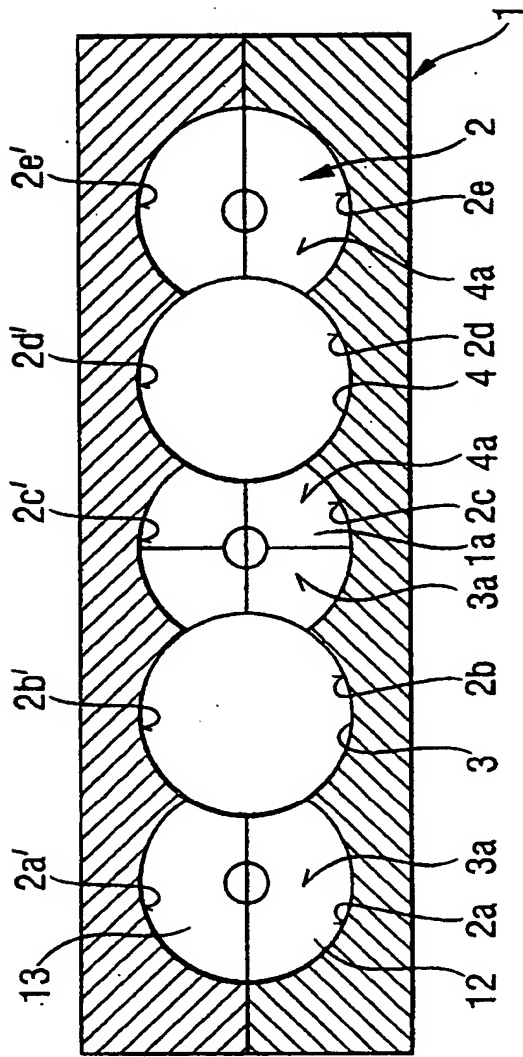


Fig. 1B

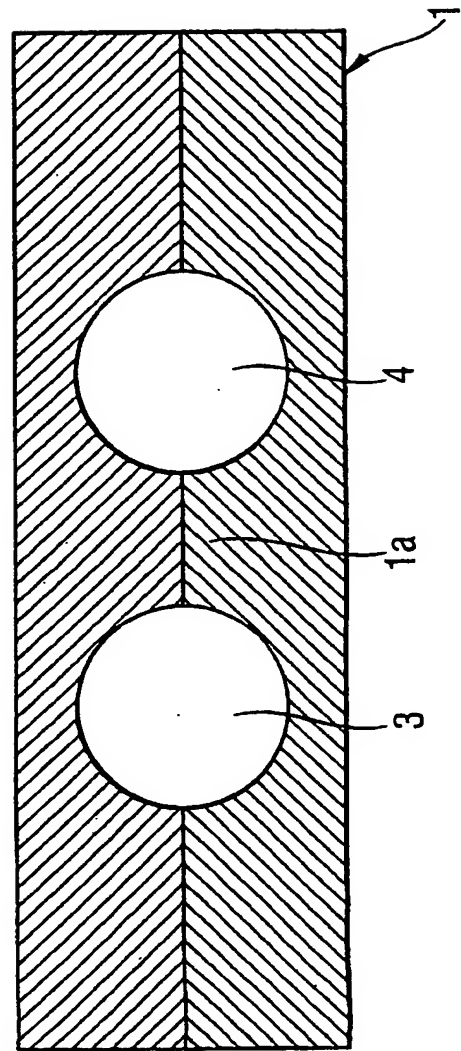


Fig. 1C

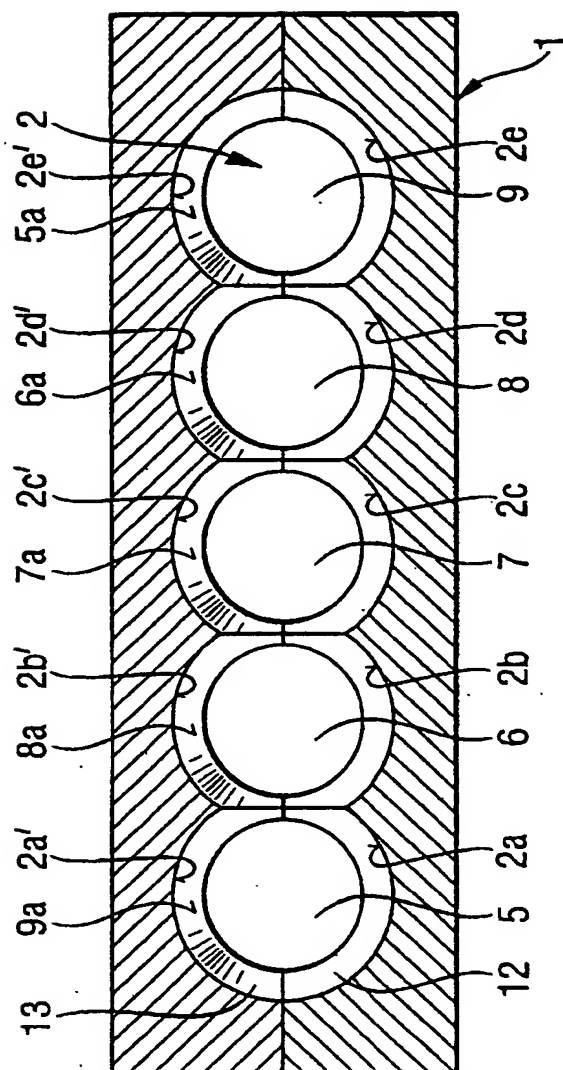


Fig. 2B

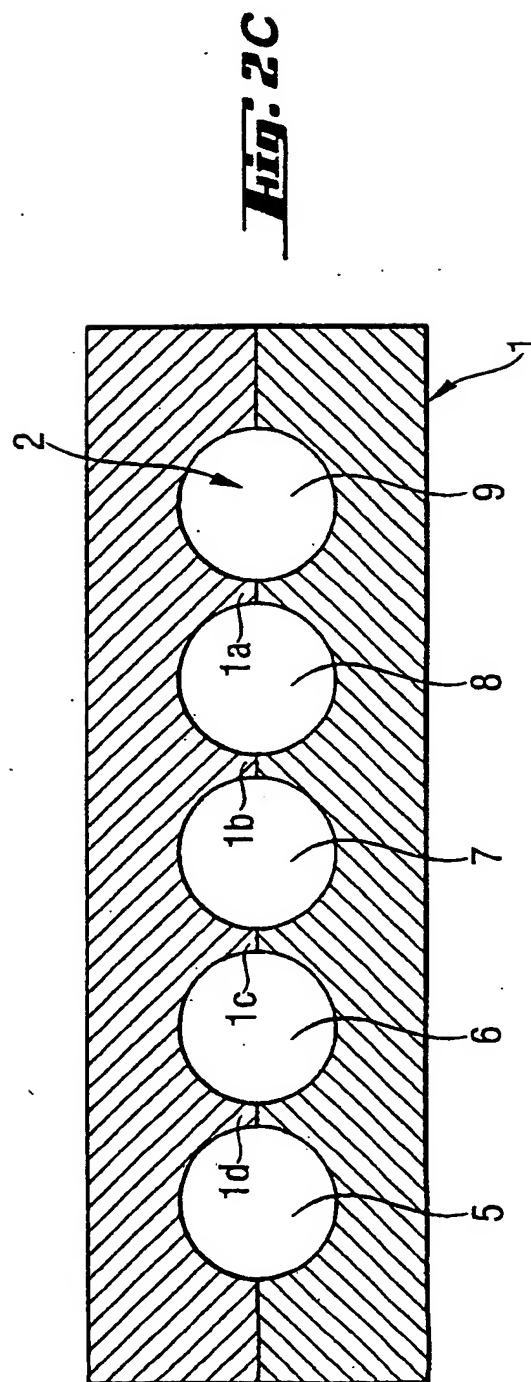


Fig. 2C

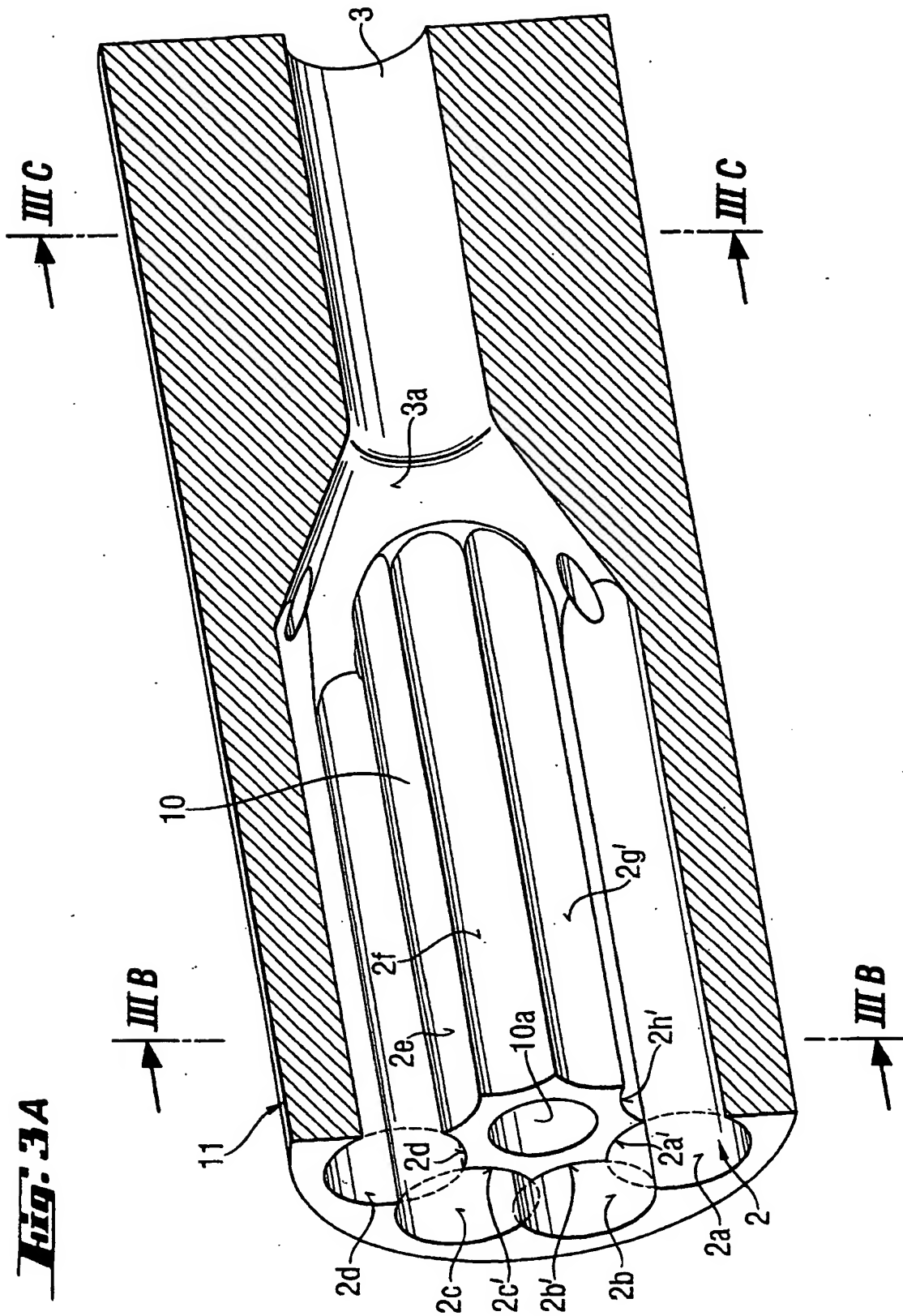


Fig. 3B

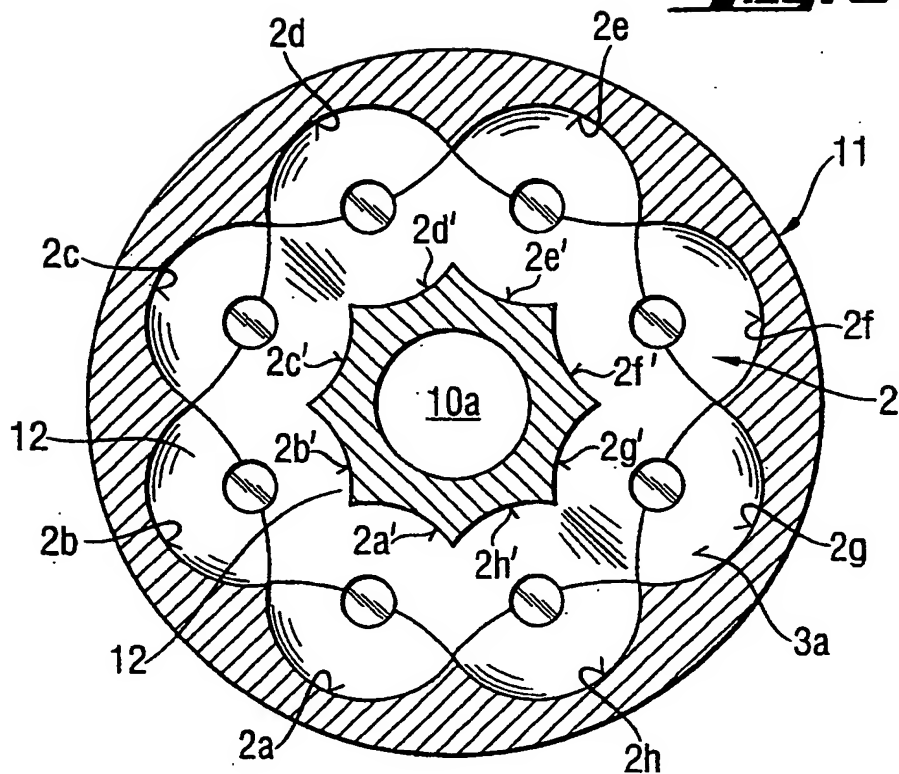
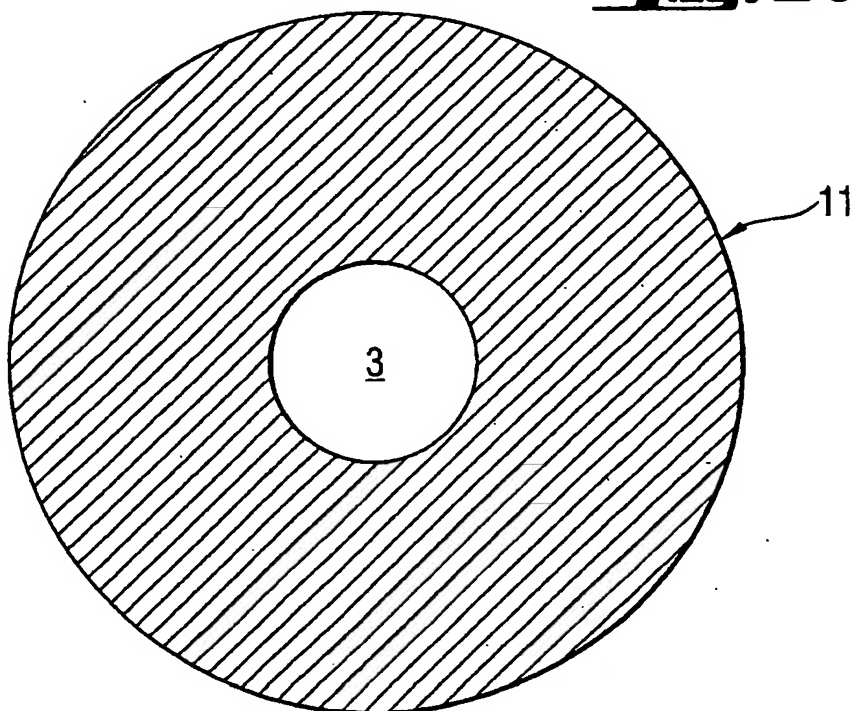


Fig. 3C



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.